

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

OSMAR LUIS SILVA VASCONCELOS

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS
PROVENIENTES DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA

CURITIBA
2020

OSMAR LUIS SILVA VASCONCELOS

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃODE COMPOSTOS ORGÂNICOS
PROVENIENTES DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Mercado de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como pré-requisito para obtenção do título de especialista
Orientadora: Profa. Dra. Georgiana Eurides de Carvalho Marques

CURITIBA
2020

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar a dádiva de uma vida com saúde física e mental plena que me fazem ir atrás de meus objetivos pessoais e profissionais, por nos dar uma natureza maravilhosa, ainda que a cada dia esteja mais degradada.

Aos meus pais, Osvaldo e Alcenir, por sempre me estimularem na minha vida pessoal e profissional e por terem financiado parte da pesquisa em tempos de cortes.

A Universidade Federal do Paraná (UFPR) e ao Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias (PECCA) que me concederam bolsa de estudos em um momento ao qual sem ela não poderia ingressar no curso e obter o título de especialista, um obrigado também a tutora do curso Tauane Barreto por estar sempre à disposição.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão, em especial a todos os integrantes do Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA), núcleo ao qual este projeto está diretamente ligado.

A Universidade Estadual do Maranhão através do Centro de Ciências Agrárias, por cederem recursos físicos e humanos para a realização das análises microbiológicas, em especial Januária Ruthe Cordeiro, Luciana Bastos e Laiza Moraes.

As queridas famílias que se dispuseram a participar do projeto, representados aqui por seu Oliveira, seu Cássio, dona Leidenara, dona Joelma e dona Rita. Sem vocês este trabalho não poderia ser possível de realizar.

A todos os professores e colegas de curso, em especial Andressa Bassan, Christopher Goettems, Gabriela Matias e Rodrigo Lorena pelo companheirismo na multidisciplinaridade exigida.

RESUMO

Os resíduos orgânicos representam cerca de 60% dos resíduos sólidos produzidos em domicílios, a técnica de compostagem doméstica é tida como uma alternativa de aproveitamento desses resíduos bem como uma forma de mitigar gases de efeito estufa, além de ter forte impacto social e econômico. O objetivo deste trabalho foi produzir e caracterizar compostos orgânicos produzidos pela técnica da compostagem doméstica na zona urbana de São Luís-MA. Durante 30 dias foram coletados resíduos orgânicos de 5 famílias em um bairro de São Luís, totalizando 53,5 kg de resíduos depositados separadamente em composteiras domésticas que foram monitoradas a temperatura e aeração por um período de 95 dias. Decorrido o tempo de compostagem, as amostras das composteiras foram analisadas em triplicata para determinação de coliformes termotolerantes e *Salmonella* ssp. Os resultados mostraram satisfatórios para ausência de *Salmonella* ssp. e para *E. coli* (< 3 NMP/g), principal representante dos coliformes termotolerantes, validando a metodologia realizada no decorrer da pesquisa. A composteira da família 2 possuiu menor e maior média de temperatura devido a inconstância nas coletas com essa família e consequentemente á não deposição de mais resíduos para compostar. Houve avaliação da perda de massa no final do processo, na qual a família 1 obteve maior perda (72%) devido a presença de maiores quantidades de resíduos de hortaliças em relação as demais famílias. Após as análises, os compostos tratados foram devolvidos as famílias com as recomendações de uso no solo. Assim, o trabalho mostrou a eficiência do uso das composteiras domésticas para tratamento de compostos orgânicos, que possibilita a diminuição da geração de lixo, uso correto de resíduos orgânicos e favorece a conservação ambiental.

Palavras-Chave: Composteiras. Resíduos. *Salmonella* ssp. Coliformes termotolerantes.

ABSTRACT

Organic waste represents about 60% of the solid waste produced in households, the domestic composting technique is seen as an alternative to use this waste as well as a way to mitigate greenhouse gases, in addition to having a strong social and economic impact. The objective of this work was to produce and characterize organic compounds produced by the technique of domestic composting in the urban area of São Luís-MA. During 30 days, organic waste was collected from 5 families in a neighborhood of São Luís, totaling 53.5 kg of waste deposited separately in domestic composters that were monitored for temperature and aeration for a period of 95 days. After the composting time, the composters' samples were analyzed in triplicate to determine thermotolerant coliforms and *Salmonella* ssp. The results were satisfactory for the absence of *Salmonella* ssp. and for *E. coli* (<3 NMP/g), the main representative of thermotolerant coliforms, validating the methodology carried out during the research. The compost in family 2 had a lower and higher average temperature due to the inconsistency in the collections with this family and consequently not depositing more waste to compost. There was an evaluation of mass loss at the end of the process, in which family 1 obtained greater loss (72%) due to the presence of greater amounts of vegetable waste compared to the other families. After the analysis, the treated compounds were returned to the families with recommendations for use in the soil. Thus, the work showed the efficiency of the use of domestic composters for the treatment of organic compounds, which enables the reduction of waste generation, correct use of organic waste and favors environmental conservation.

Key Words: Composters. Waste. *Salmonella* ssp. Thermotolerant coliforms.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo Geral	8
2.2 Objetivos Específicos	8
3. JUSTIFICATIVA	9
4. REVISÃO DE LITERATURA	10
4.1 Gestão de Resíduos Sólidos	10
4.2 Compostagem	11
5. MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1 Local de Coleta dos Resíduos	15
5.2 Confeção das Composteiras	18
5.3 Uso da Composteira	20
5.4 Monitoramento das Composteiras	22
5.5 Análises Microbiológicas	22
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
6.1 Coleta de Resíduos	23
6.2 Monitoramento das Composteiras	28
6.2.1 Temperatura	28
6.2.2 Aeração, presença de odores e animais indesejáveis	30
6.2.3 Quantificação do composto	32
6.2.4 Análises Microbiológicas	33
6.2.5 Entrega de composto tratado as famílias	35
7 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

A maioria da população humana reside em ambientes urbanos, ecossistemas criados pelo homem, neste sentido se faz imprescindível conhecer e entender esse ambiente com intuito de inferir sobre as restrições decorrentes no ambiente causados por essa relação humana (DIAS, 2015). A produção de lixo também teve um crescimento significativo com o decorrer do tempo, o mesmo referente as necessidades humanas, cada vez mais consumistas, que remete cada vez mais pressões sobre o uso dos recursos naturais.

A Lei nº 12.305/10, que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), continua hodierna e abrange mecanismos importantes para proporcionar avanço primordial ao país no enfrentamento dos problemas econômicos, sociais e ambientais desinentes do manuseamento incorreto de resíduos sólidos (BRASIL, 2019). A mesma Lei também prediz a prevenção e diminuição dos resíduos gerados, dispondo como estratégias o uso de práticas de consumo sustentável associados a um agrupamento de mecanismos para possibilitar o avanço do reuso e reciclagem de resíduos sólidos bem como a disposição ambientalmente correta daquilo que não poderá mais ser reutilizado ou reciclado – os rejeitos.

Conforme NBR 13591 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1996), compostagem pode ser entendida como um sistema biológico de degradação da fração orgânica biodegradável, realizada por heterogênea população de organismo, em condições adequadas que propiciam aerobiose dentre outros fatores, com duas fases que diferem entre si: fase de degradação ativa e fase de maturação. Desta forma a compostagem de resíduos orgânicos mostra-se como uma alternativa viável capaz de atenuar os problemas ambientais causados pelo aumento desproporcional da população nas últimas décadas, que transforma os resíduos em fertilizantes orgânicos de qualidade, que poderão ser utilizados no solo e nutrir as mais diversas espécies de vegetais e em áreas degradadas para sua recuperação (INÁCIO e MILLER, 2009; TRIVELLA, 2016).

A atual legislação do Brasil preconiza parâmetros microbiológicos de *Salmonella* ssp., ovos viáveis de helmintos e coliformes termotolerantes como indicadores de qualidade do composto orgânico. Essas concentrações permitidas em condicionadores e fertilizantes orgânicos estão descritas nas Instruções Normativas SDA/MAPA nº 27/2006 e nº 7/2016.

O Plano Estadual de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Maranhão, aponta que em 2010 a geração de resíduos sólidos urbanos produzidos pelo Estado foi cerca de 5.733 t/dia. Dentro desse contexto, São Luís foi a que mais gerava RSU, com um total de 472.658,80 t/ano (BRASIL, 2012). No 17º Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, elaborado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, é possível observar que o Maranhão passou a produzir 1,06 kg/hab./dia de RSU, o que equivale a produção de aproximadamente 7.458 t/dia (BRASIL, 2019). Dessa forma fica evidenciado que medidas como a compostagem devam ser empregadas como forma de mitigar os impactos causados pelos resíduos orgânicos com seu uso livre de microrganismos patogênicos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Produzir e caracterizar compostos orgânicos oriundos da compostagem doméstica em São Luís - MA.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar um processo de compostagem doméstica com famílias da zona urbana de São Luís - MA;
- Monitorar o processo de compostagem através de mecanismos estabelecidos na pesquisa;

- Caracterizar o produto final da compostagem de acordo com material e a presença de microrganismos;
- Contribuir para a diminuição do desperdício de material orgânico domiciliar através de uma pesquisa participativa.

3. JUSTIFICATIVA

A gestão adequada de resíduos sólidos orgânicos (RSO) vem se firmando como preocupação constante na sociedade atual. Conquanto elevado avanço tenha sucedido nas últimas décadas (essencialmente em países de maior desenvolvimento econômico) em relação à atenuação da geração de RSO e reciclagem de materiais, o meio para solucionar esses problemas oriundos de materiais rejeitados consiste ainda um dos grandes desafios para o século XXI (CASSINI, 2003).

De acordo com a 2ª edição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) a preocupação acentuada com a proteção dos recursos naturais e com a questão de saúde coletiva em conjunto aos resíduos sólidos apontam que políticas públicas acerca desses assuntos tendem cada vez mais ser procurados pela sociedade.

Perante o aumento da geração de resíduos orgânicos em residências urbanas, a prática da compostagem doméstica manifesta-se como uma saída para o tratamento da quota orgânica desse material na origem, diante do potencial poluidor que o resíduo em questão pode assumir, o presente trabalho de conclusão de curso analisa a viabilidade e qualidade dos compostos orgânicos produzidos domesticamente por famílias do bairro do Monte Castelo localizado na cidade de São Luís a fim de contribuir para disseminação da prática da compostagem como técnica eficaz para diminuição do desperdícios de resíduos orgânicos domiciliares.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Gestão de Resíduos Sólidos

A existência do homem habitualmente esteve associada a presença de resíduos, tendo em vista que a geração deles é irrevogável. Durante o século XVIII, o acelerado crescimento populacional associado ao êxodo rural, a urbanização e a industrialização constituíram a conjuntura que maximizaram os impactos ambientais ocasionados pelas variadas formas de poluir. Para Ribeiro e Mendes (2018), os resíduos concentravam-se nas ruas e proximidades das cidades, ajudando a proliferar doenças e ocasionando milhares de mortes decorrentes, bastava naquele período, como solução para os resíduos, desfazer-se em locais longínquos das cidades, porquanto os resíduos gerados ainda não eram tratados como um problema sério. Com o advento da Revolução Industrial iniciou-se o processo de produção em larga escala visando maiores lucros e riquezas, o que era manufatura passou a ser industrializado dando maior margem a mão de obra, matéria-prima e combustível, o que acarretou também em mais resíduos gerados, contaminação dos solos, da água, do ar e emissões de CO₂ (VIEIRA; BELTRAME, 2017).

A atual conjuntura brasileira de gestão de resíduos sólidos vem sofrendo mudanças conforme o decorrer dos anos, com a sanção em 2010 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde constam determinadas as instruções em relação ao gerenciamento e gestão integrada de resíduos sólidos, as disposições do poder público e dos geradores dos resíduos, incorporando concepções utilizadas na Europa e em países desenvolvidos (MANNARINO; FERREIRA; GANDOLLA, 2016). Segundo o Artigo 3º da Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, a compostagem é inclusa como percurso final ambientalmente apropriado pelos órgãos habilitados como Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa), Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), verificando os regimentos operacionais peculiares para impossibilitar qualquer infortúnio ou perigo à saúde coletiva e minorar os diversos impactos ambientais.

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), São Luís é 15ª capital mais populosa do Brasil com cerca de 1.101.884 habitantes, sendo a mais populosa do Maranhão, gerando assim uma grande quantidade de resíduos diários. Segundo Estrela et. al. (2019) em pouco menos de 10 anos decorrido o sancionamento da PNRS, São Luís teve as atividades do principal local de despejo final dos resíduos sólidos urbanos - o aterro da Ribeira – encerrados, devido ao não cumprimento de NBR 8419/ NB 843 que versa sobre projetos de construção de aterros sanitários.

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) tem mostrado avanço significativamente favorável no estabelecimento de arcabouços jurídicos como os Decretos Municipais nº 48.838/18 (que dispõem sobre a exposição e realização de planos de limpeza efetuados por empresas/produtoras de eventos executados no município de São Luís) e nº 48.836/18 (que dispõe sobre inventariação dos geradores de maior impacto, movimentadores e recebedores dos RSU), também houve a criação da Lei Municipal nº 6.321/18 na qual fica estabelecida a organização do conjunto de limpeza e gerenciamento de resíduos sólidos (ESTRELA; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019).

4.2 Compostagem

A compostagem refere-se a um processo de deterioração microbiológica de oxigenação e oxidação controlado, com matéria orgânica de massa uniforme em estado curado, sólido e úmido, através do emprego de gerenciamento da umidade, temperatura e oxigenação (BORGES, 2019). Segundo o mesmo autor, o propósito da compostagem é atingir um composto orgânico consolidado com maior rapidez e em melhores estados da matéria orgânica devido ao incremento de oxigênio por meio de revolvimentos que por sua vez ocasiona maior taxa de decomposição levando a um adubo orgânico com propriedades de qualidade adequadas.

Durante a compostagem ocorre processo de estabilização biológica e decomposição da fração orgânica em circunstâncias que predispõem a elevação

de temperaturas termofílicas ocasionando à produção de calor por meio de vapor de água e liberação de dióxido de carbono (CERRI et al., 2008). A umidade na compostagem é condicionante primordial para o desenvolvimento de microrganismos responsáveis pelo andamento da humificação, devendo permanecer em torno de 60% (FRANCO et al., 2018). Pinto (2001) relata que o processo de aeração é necessário ser realizado tendo em vista que a maioria dos microrganismos decompositores da matéria orgânica utilizam o oxigênio como forma principal de obtenção de energia para processos de respiração aeróbios, e a ausência desse elemento talvez possa limitar o processo de compostagem.

A *Salmonella* ssp. são bactérias transmitidas por alimentos contaminados e mal higienizados responsáveis por doenças como a salmonelose tifóide e não tifóide, em alguns casos mais graves podem levar a morte, geralmente por pessoas que estão com o sistema imunológico baixo, a busca acelerada de produção e disponibilidade de alimentos tem como causas de riscos, lacunas na manipulação, logística de transporte incorretas, associados a ausência de saneamento e higiene que irão propiciar a sua transmissão (SILVA et al., 2018). A *Escherichia coli* também é uma bactéria causadora de malefícios a saúde, podendo provocar doenças como diarreia, síndrome hemolítico-urêmico, infecções urinárias e a colite hemorrágica, podendo também ocasionar mortalidade, por outro lado, a maioria dessas bactérias são inofensivas e contribuem para o bom funcionamento do sistema digestivo (SANTOS et al., 2019). Franco et al. (2018) afirmam que a temperatura do composto deverá oscilar entre 40-60°C para que possa ocorrer higienização dos microrganismos que poderiam causar algum tipo de patologia.

Tanto para compostagem a nível industrial quanto doméstico é necessário que haja um controle na operação que poderá refletir em um composto de alta qualidade assegurando todas as vantagens de seu uso, senão, sua aplicação será capaz de ocasionar diminuição no rendimento agrônomo por meio de fitotoxinas e também gerar um sumo impacto negativo ao ambiente. (BARRENA et al., 2014). A porosidade, o índice de aeração, o tamanho, o pH e a relação C/N (carbono/nitrogênio) dos resíduos devem ser levados em conta e bem estabelecidos. Falhas durante a operacionalização preliminar e/ou no decorrer

do processo poderão ocasionar um adubo de má qualidade, influência ambientalmente negativa, emissões de gases e geração de cheiro desagradável (CERDA et al., 2018).

Os resíduos orgânicos podem ser conceituados como sendo a fração orgânica compostável existente nestas porções, deixando evidente que nem todos os resíduos orgânicos estão aptos a serem compostados em um mesmo período de tempo (SIQUEIRA e ASSAD, 2015). A compostagem surgiu com uma maneira de readquirir os nutrientes dos resíduos orgânicos e trazê-los de volta ao seu ciclo natural, fertilizando o solo para atividades agrícolas e/ou de jardinagem. Outrossim, é uma forma de praticar a redução substancial do volume de resíduos gerados pela sociedade, alocando de modo correto um resíduo que iria se aglomerar em aterros e/ou lixões ocasionando emissões de gases de efeito estufa, chorume e odor desagradável (BRASIL, 2020).

De acordo com Aquino, Oliveira e Loureiro (2005), esse adubo orgânico ao ser incorporado ao solo, é capaz de propiciar melhoria na qualidade biológicas e físico-químicas, dando maior diversidade de vida ao solo que por sua vez irá produzir com maior qualidade e por maior tempo, podendo ser aplicado em adubação de plantas olerícolas e fruteiras, colaborando com um incremento na produção de alimentos oriundos de áreas urbanas. Para Epstein (2017), geralmente os resíduos orgânicos poderão ter seu uso benigno restringido em seu estado *in natura* ou com limitações regulatórias de descarte, todavia podem ser capazes de serem convertidos em produtos comercializáveis através do processo de compostagem.

De acordo com dados do relatório do Instituto Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (Brasil, 2012), em geral, o Brasil apresenta um valor considerado de resíduo orgânico recolhido com cerca de 94.309,5 t/dia e apenas 1,6% de resíduos orgânicos remetidos para locais de compostagem, sendo o resto destinado a aterros sanitários, aterros controlados e lixões como destinação mais frequentemente utilizados. O mesmo relatório ainda aponta que das 27 Unidades Federativas, 12 não possuem locais de compostagem (unidades), incluindo o estado do Maranhão.

Os resíduos sólidos oriundos de domicílios urbanos essencialmente apresentam três componentes: rejeitos, cujos resíduos não podem ser destinados a reciclagem ou compostagem; materiais inertes, como plásticos, papelão, papel, metais e vidros; e majoritariamente material orgânico - como restos alimentares (POLZER, 2016). Essa matéria orgânica em demasia poderá favorecer emissões de gases e percolação de líquidos indesejáveis quando dispostos em aterros ou lixões, um bom sistema de compostagem doméstica resultará em redução substancial no volume de resíduos orgânicos e ainda transforma-lo em um composto de valor agregado (VÁZQUEZ; SOTO, 2017).

Segundo Vázquez e Soto (2017) a compostagem doméstica vem sendo utilizada há vários anos ao redor do mundo e, não se tratando de uma tecnologia recente, é de fácil manipulação e de reduzido dispêndio, capaz de administrar os resíduos orgânicos de origem domiciliar. Ermolaev et al., (2014) afirmam que a compostagem doméstica possui resíduos únicos, onde o processador é o próprio criador dos resíduos e também será o usuário do produto final e estabilizado.

Vich et al. (2017) apontam o sistema de compostagem doméstica atraente, pois o Brasil possui regiões com clima predominante de semi-árido, estas regiões são marcadas pela baixa fertilidade natural do solo, no qual o adubo oriundo da compostagem poderá ser aplicado a fim de condicioná-lo. Ademais, há zonas urbanas com alta taxa de população, onde a prática da compostagem doméstica em conjunto com o uso de seu produto final em localidades adjuntas como parques, praças, entre outros lugares, seria capaz de ocasionar diminuição de custos com logística de resíduos sólidos destinados a aterros e lixões. Para Guidoni et al. (2018), a compostagem realizada em domicílios poderá proporcionar diminuição na emissão de gases indesejáveis, possui impacto favorável ao ambiente em relação ao uso de água e energia, que é muito pequeno durante a montagem da unidade de compostagem doméstica e impede a preparação e deslocamento de resíduos e/ou subprodutos.

Os gases de efeito estufa (GEE) podem ser concebidos e exalados para a atmosfera nas fases do processo de compostagem contribuindo para o efeito estufa e ao mesmo tempo que também auxilia na mitigação desses gases

durante o uso do composto orgânico no solo (além de fornecer N, P e outros nutrientes, deixando o C unido ao solo) tendo em vista a deterioração da matéria orgânica e do uso de combustíveis e energia elétrica na manipulação dos resíduos orgânicos (SÁNCHEZ et al., 2015). Porém os mesmos autores afirmam que as emissões de GEE dependerá dos tipos e composições dos resíduos orgânicos utilizados na compostagem, do sistema tecnológico empregado e aplicação final dos resíduos compostados.

Atribui-se a mitigação de GEE na compostagem devido a não emissão que seria realizada em aterros (inclusive emissão de CH₄ na deterioração da matéria orgânica em anaerobiose) e economia no uso de combustível fóssil durante a logística de transporte dos resíduos sólidos devido à proximidade entre a unidade de compostagem e a fonte geradora de resíduos em relação ao um aterro. A aplicação do composto poderá proporcionar sequestro de carbono, sendo ele estocado no solo a longo prazo, é uma das principais vantagens da compostagem em relação a outros tipos de tratamento de resíduos sólidos como incineração e aterros (AWASTHI et al., 2017).

5. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa dividiu-se em 3 partes: coleta de resíduos orgânicos para ser decomposto, análises da qualidade do composto produzido e devolução do composto final tratado para uso das famílias que participaram da investigação.

5.1 Local de Coleta dos Resíduos

O projeto foi desenvolvido no bairro do Monte Castelo, localizado em São Luís - MA, próximo ao Campus São Luís Monte Castelo pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFMA), a fim de facilitar a logística de transporte dos resíduos para o local de análise (Figura 1).



FIGURA 1 – Localização dos locais de coleta e da unidade de compostagem destacadas em vermelho.

FONTE: Google Earth (2020).

Ao iniciar as atividades foi realizada uma sensibilização através de visitas domiciliares a sete famílias, utilizando folders confeccionados para divulgação do trabalho (Figura 2), que continha informações sobre o processo de compostagem doméstica, amostras dos produtos finais da compostagem (composto orgânico líquido e sólido), explanação sobre a metodologia da pesquisa e a percepção visual se o ambiente domiciliar possuía plantas para uso do composto. Das sete famílias visitadas, uma alegou não ter resíduos suficientes a ser entregue para compostagem e outra alegou não ter tempo hábil, totalizando apenas cinco famílias dispostas a participar da pesquisa.



FIGURA 2 – Folders de divulgação entregues.

FONTE: O Autor (2019).

. Para coleta do material a ser decomposto foram utilizados recipientes com capacidade de 5kg para serem depositados os resíduos separadamente de resíduos não desejáveis a compostagem e incentivar a prática da coleta seletiva dentro das residências (Figura 3). Foram fixados nos recipientes um informativo sobre os resíduos que poderiam ou não ser comportáveis ao projeto (Figura 4). Durante todo o processo de coleta foi feita um diálogo para esclarecimentos de dúvidas de forma presencial ou com uso de aplicativos de comunicação.



FIGURA 3 – Recipientes reutilizados como coletores entregues aos participantes, antes (A) e após higienização (B).

FONTE: O Autor (2019).

Baldinho da Compostagem

O que devo colocar no baldinho?

- ✓ Restos de cozinha: cascas de legumes, verduras, frutas, hortaliças, frutos secos, borra de café, restos de pão, biscoitos e cereais, arroz, casca de ovos, folhas de sacos de chá e café, aparas de grama fresca, resto de plantas.

O que eu NÃO devo colocar no baldinho?

- * Restos de carne, peixe e laticínios, frango, ossos e espinhas, comida fermentada, manteiga, molhos, óleos e gorduras, excrementos de animais domésticos, animais mortos, restos de jardim tratados com produtos químicos, plantas doentes, cinzas de carvão e de madeira tratada, têxtil, tintas, pilhas, vidro, metal, plástico, medicamentos.

FIGURA 4 – Informativo fixado nos baldinhos.

FONTE: O Autor (2019).

As famílias participantes foram designadas como F1, F2, F3, F4 e F5 para que houvesse diferenciação das composteiras, isto a fim de melhor identificar as características dos resíduos de cada família e também para evitar contaminações microbiológicas entre os resíduos de cada participante (Figura 5).



FIGURA 5 – Composteiras instaladas na unidade de compostagem.

FONTE: O Autor (2019).

5.2 Confeção das Composteiras

5.2.1 Materiais utilizados

. Os recipientes utilizados como composteiras foram adquiridos em uma padaria próxima a unidade de compostagem, totalizando 10 recipientes com capacidade para 16 Kg, que foram lavados e higienizados com hipoclorito de sódio a fim de evitar algum tipo de contaminação biológica de origem externa que pudesse interferir nas análises microbiológicas. Foram evitados uso de recipientes de tinta por conterem traços residuais de produtos químicos, principalmente metais pesados. Os recipientes também são de fácil aceso, pois são encontrados em mercados e supermercados (Figura 6).



FIGURA 6 – Recipientes com margarina comercializados em um supermercado de São Luis.

FONTE: O Autor (2019).

Nos recipientes foram feitos furos na parte inferior e superior a fim de facilitar a circulação de ar nas composteiras. As aberturas dos orifícios foram de 6 mm de diâmetro com 2 cm de distância entre si nos fundos e nas laterais dos recipientes.

Na tampa do recipiente inferior foi realizado um corte circular de 21 cm para que houvesse encaixe e passagem do percolado do recipiente superior. Uma tela com poros colocada em camada dupla entre os recipientes serviu como filtro permitindo a passagem somente do percolado. Os resíduos também sofreram diminuição de tamanho tendo em vista a sua decomposição mais acelerada em relação a resíduos de tamanhos maiores.

O material utilizado como fonte de nitrogênio na decomposição foram os resíduos alimentares diversificados obtidos junto as famílias e como fonte de carbono foram utilizadas folhas secas de *Ficus benjamina* devido a sua abundância nas proximidades da unidade de compostagem (Figura 7) estabelecendo uma relação carbono/nitrogênio utilizada de 2:1 para que ocorresse a compostagem de forma desejada.



FIGURA 7 – Resíduos de variação (A) abundantes próxima a unidade e colocados dentro das composteiras (B).

FONTE: O Autor (2019).

As composteiras foram montadas de acordo com o descrito por Rodrigues e Stuch (2014) seguindo as modificações no protótipo (Figura 8).



FIGURA 8 – Modelo de composteira adaptado utilizado no trabalho.

FONTE: Rodrigues e Stuch (2014) modificado pelo Autor (2019).

5.3 Uso da Composteira

Após serem coletados, os resíduos orgânicos foram pesados em balança semi-analítica digital (Figura 9), seguidos de uma triagem, quantificação dos tipos de resíduos encontrados por família e tabulados conforme a periodicidade de cada coleta. O resultado foi dado pelo somatório total dos resíduos coletados

durante trinta dias. Na sequência, alguns resíduos tiveram redução no tamanho das partículas, foram cominuídos para que ficassem entre 0,3 e 1,5 cm, conforme o descrito por Inácio e Miller (2009), utilizando uma faca (Figura 10).



FIGURA 9 – Pesagem dos resíduos.

FONTE: O Autor (2019).



FIGURA 10 – Cominuição dos resíduos.

FONTE: O Autor (2019).

Para montagem das composteiras, inicialmente foram colocadas as folhas secas como primeira camada no fundo do recipiente superior, a fim de evitar o entupimento dos orifícios e consequentemente impedindo a percolação do fertilizante líquido para o recipiente inferior, além de promover aeração dentro da composteira. Logo depois colocou-se uma camada de resíduos orgânicos, sempre com intercalação com relação de uma parte de material úmido (resíduos) para duas partes de material seco (folhas secas) em vista a evitar mau cheiro e atração de vetores. Sendo que a última camada (de cima) também foi preenchida com material seco, Estabeleceu-se o prazo de trinta dias como tempo máximo para preenchimento do recipiente superior tendo em vista o tempo para realização e conclusão do trabalho relacionado com o tempo de mínimo de compostagem adotado (95 dias).

Decorridos noventa e cinco dias do processo de compostagem, foi realizada pesagem individual do conteúdo das composteiras, tendo os resultados dados conforme a fórmula seguinte:

$$\text{Perda de Massa (\%)} = \frac{\text{Peso inicial (kg)} - \text{Peso final (kg)}}{\text{Peso inicial (kg)}} \times 100$$

5.4 Monitoramento das Composteiras

Os mecanismos para o monitoramento do processo de compostagem foram: a temperatura, medida diariamente com auxílio de termômetro de mercúrio inserido na área central de cada composteira antes de serem depositados novos resíduos, durante 30 dias; o revolvimento manual do composto utilizando uma haste longa de madeira para oxigenação e percepção de excesso/déficit de umidade; o acompanhamento da emissão de odores agressivos devido a presença de alguns resíduos cozidos; e a presença de animais vetores (moscas, mosquitos, ratos, baratas, etc.)

5.5 Análises Microbiológicas

As análises de *Salmonella* ssp. e coliformes termotolerantes foram realizadas conforme metodologia proposta por Silva et al. (2017), com uso de 25g da amostra de composto de cada família diluída em 225 ml de Água Peptonada. No teste presuntivo para coliformes termotolerantes foi utilizada alíquotas contendo 1 ml das diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} nas quais utilizou-se três tubos seriados com 9 ml de Caldo Lauryl Triptose contendo tubos de Duhan em triplicata de F1, F2, F3, F4 e F5, logo em seguida foram colocadas em estufa com temperatura de 35° C durante 24-48 horas de incubação. Decorrido esse período, os tubos que apresentaram turvamento com presença de bolha dentro do tubo de Duhan foram tidos como positivos e estes tiveram uma alçada transferida para tubos contendo caldo *Escherichia coli* (coliformes termotolerantes) e posicionados dentro do banho-maria com temperatura de 45°C. A contagem de coliformes foi realizada com auxílio da técnica de Número Mais Provável (NMP).

Para análise de *Samonella* ssp. foi utilizado 25g da amostra de cada composto (F1, F2, F3, F4 e F5) diluída em 225 ml de Água Peptonada e levadas a estufa com temperatura de 35° C durante 18 horas de incubação. Decorrido este período de pré-enriquecimento, procedeu-se inoculação 0,1 ml em 10 ml de

Caldo Rappaport de 1 ml em 10 ml de Caldo Selenito, incubando-os em 42° C e 35° C, respectivamente por 24 horas. Os tubos que apresentaram turvação do meio de cultura foram plaqueadas em Ágar Xilose Lisina Descarboxilase e em Ágar Entérico Hectoen, incubadas em estufa à 35° C durante 24 horas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Coleta de Resíduos

Durante a fase de realização de coletas dos resíduos, foram adquiridos um total de 53,5 kg de resíduos sólidos orgânicos no somatório de todas as famílias participantes (Figura 11), sendo F3 a família que obteve maior quantidade de resíduos coletados e a primeira a completar a composteira antes do prazo pré-determinado de um mês, o gráfico 1 mostra as quantidades individuais em Kg coletados por cada família.

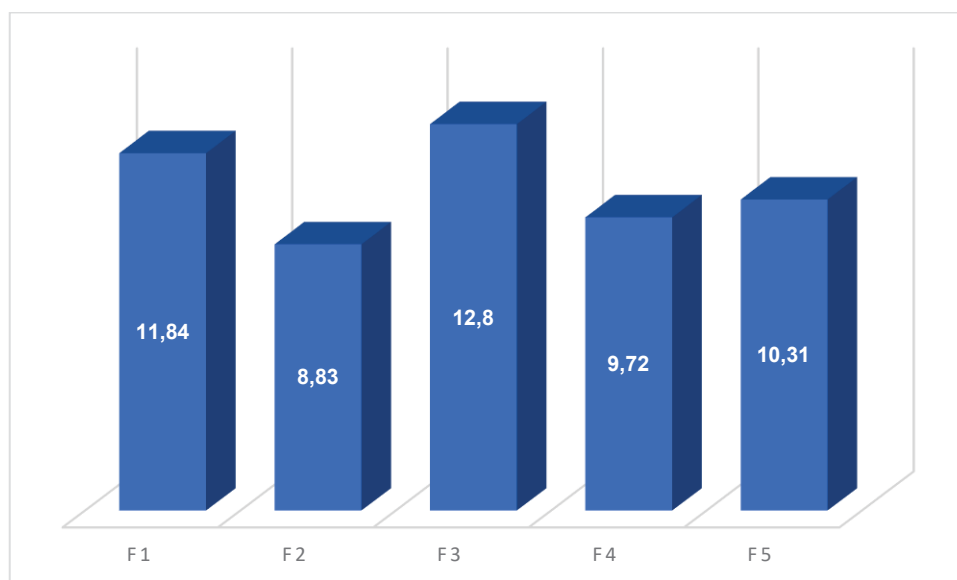


GRÁFICO 01 – Peso total individual em Kg de resíduos de cada família.

FONTE: O Autor (2020).

O motivo pelo qual F3 tenha alcançado uma maior quantidade de resíduos depositados dentro da composteira deva estar associado ao maior número de pessoas que habitam a residência em relação a F1, F2, F4 e F5. Vale ressaltar que não houve interrupção nos dias de coleta em F3 e F4, porém em F1, F2 e F5 tenham tido falhas de comunicação e/ou ausências previamente comunicadas pelas famílias aos pesquisadores, algumas famílias também relataram não passar o dia todo em casa (F2 e F5) e que possuíam outro domicílio localizados em outro bairro (F2 e F5), o que pode também ter influenciado na quantidade coletada. Observou-se que nos finais de semana a quantidade de resíduos sempre foi maior do que os resíduos coletados durante os outros dias da semana, possivelmente pela concentração maior dos membros de cada família no domicílio.

As maiores quantidades em massa de resíduos coletados sempre foi de F3, pela facilidade da compreensão de qual seriam os resíduos a ser depositados, em algumas famílias houve a necessidade de esclarecimentos contínuos sobre os tipos de resíduos a serem decompostos. Esse entendimento de F3 sobre os resíduos passíveis de compostagem pode estar relacionado ao nível de escolaridade, pois alguns moradores desta residência possuem nível superior, além disso já praticavam a coleta seletiva de resíduos sólidos. O resultado geral dos tipos de resíduos gerados pelas famílias foi discutido conforme a Figura 11, onde é mostrado a porcentagem conforme o número de vezes em que cada resíduo apareceu no ato da pesagem do material antes de serem depositados na composteira.

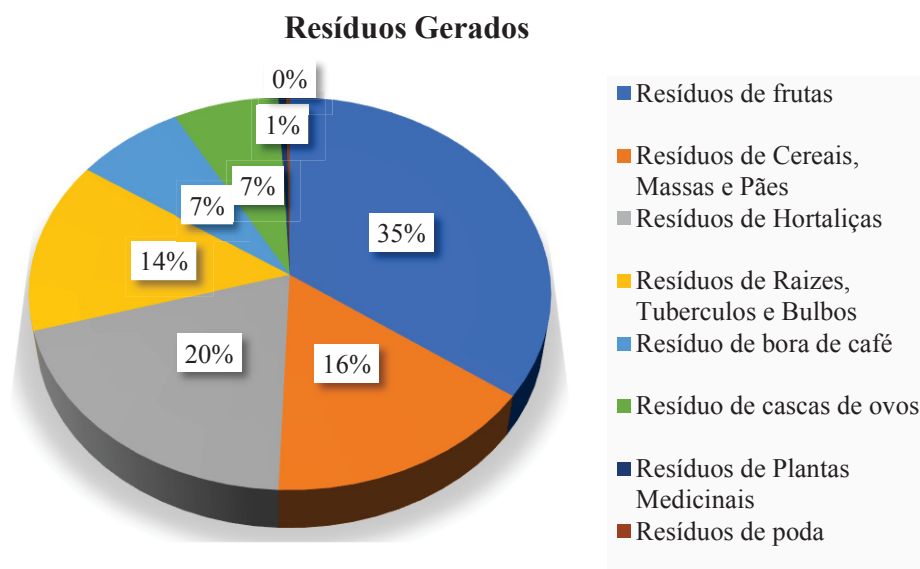


FIGURA 11 – Tipos de Resíduos gerados pelas famílias.

FONTE: O Autor (2019).

De modo geral, os resíduos orgânicos tiveram pouca variação em sua composição entre as famílias, com maior destaque para os resíduos de frutas por conter partes não consumidas, como as cascas, sementes e hastes. Em estudos realizados pela Agroanalysis (2015), relatam que o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas o que aponta para um potencial consumo de frutas *in natura* principalmente em países emergentes. Consequentemente gera um aumento na quantidade de resíduos sólidos que provavelmente terão como destino final um aterro ou lixão, caso não sejam compostados ou reaproveitados de alguma outra forma.

Na diversidade de resíduos de frutas prevaleceram cascas de bananas, cascas de mamão, cascas e bagaços de frutas cítricas, cascas de manga e pedaços de tomate. Constatou-se também presença de morango e maçã com menos prevalência por se tratar de frutas pouco populares no gosto do brasileiro e por ter seu preço mais elevado em relação as demais frutas. Essa diversidade (Figura 12) enriqueceu ainda mais o composto orgânico final, de acordo com Iguchi (2008), a diversificação proporciona uma maior variação de microrganismos e equilíbrio de nutrientes no composto.

Provavelmente devido a sua perecibilidade elevada em relação à maioria das frutas e pelos problemas de armazenamento, as hortaliças configuraram no segundo percentual de resíduos gerados pelas famílias, com as partes que culturalmente não são consumidas pela maioria da população brasileira, tais como: talos, hastes, raízes, folhas, dentre outras. Destaca-se que existe atualmente programas e técnicas de aproveitamento integral de alimentos subsidiadas por instituições governamentais e não governamentais, como por exemplo o Mesa Brasil criado pelo Serviço Social do Comércio (SESC, 2003).

Nos resíduos de cereais, massas e pães foram representados principalmente por: arroz cozido, biscoitos e pães. Geralmente alimentos cozidos têm a sua decomposição mais acelerada em relação à alimentos *in natura*, devendo ser consumidos preferencialmente logo após cozimento e poderão ser inseridos com moderação e atenção na compostagem a fim de evitar mau cheiro, para Casagrande et al., (2017), alimentos cozidos deverão ser evitados por poderem exalar mau cheiro e presença de roedores e insetos.

As raízes, tubérculos e bulbos estiveram presentes nos resíduos orgânicos, representados principalmente por pedaços de cenoura, batata doce, cascas de cebola e alho. Estes alimentos são amplamente utilizados na culinária brasileira, podendo ser consumidos *in natura* ou cozidas, geralmente não há aproveitamento para as cascas de alho e cebola, porém tudo está limitado a criatividade humana. Lopez-Real apud. Barreira (2005) afirma que são fontes de açúcares que servirão como energia para os microrganismos na fase inicial da compostagem, os açúcares normalmente são os primeiros compostos degradados pelo fato de suas estruturas serem menos complexas.

O Resíduo de café, foi representado majoritariamente por pó de café proveniente do preparo da bebida. O hábito de tomar café é um ato realizado com frequência pela maioria da população brasileira, para Sousa (2014) a média consumida diariamente constou de 163 ml, o equivalente a 1,5 xicaras por dia, com a Região Nordeste se destacando com 175 ml em média no consumo da bebida. De acordo com Paixão, Silva e Teixeira (2012), os resíduos de pó de café poderão ser utilizados para evitar possíveis odores que por ventura surjam além de acelerar o processo. Contribuindo com o fornecimento de nitrogênio ao se decompor, cabe ressaltar que é preferível colocar pó de café para compostar

antes de usá-lo junto as plantas, visto que de acordo com pesquisa realizado por Ferreira (2011), doses acima de 15% de borra de café compostado e doses *in natura* entre 2,5% - 5% poderão proporcionar aumento de macronutrientes foliares, biomassa vegetal e de pigmentos fotossintéticos eminentes aos resultados obtidos em plantas onde não houve aplicação do resíduo coado de café.

O consumo de ovos pelas famílias brasileiras ainda é considerado baixo, mas que vem crescendo como um alimento substitutivo a outros alimentos mais caros como carne e peixe, além de ser uma ótima fonte de proteína de origem animal, tendo destaque principalmente em países emergentes (AMARAL et al., 2016). Por ser uma ótima fonte de carbonato de cálcio (LEITE; VASCONCELOS; LEITE, 2014), este resíduo foi adicionado dentro da composteira de forma cominuída a fim de que suas partículas reagissem mais rapidamente com o composto e assim liberassem seus íons ao processo.

De forma minoritária, estando presente nos resíduos em apenas uma das famílias, os resíduos de poda e de plantas medicinais são comuns em residências que possuem jardins, a maioria das pessoas utilizam as partes podadas como cobertura morta no próprio jardim ou se desfazem delas no lixo doméstico, já os resíduos de plantas medicinais são gerados após o preparo de bebidas (chás e sucos verdes/detox) assemelham-se aos resíduos de poda, visto que esses resíduos são descartados em lixo comum após o uso. Em estudos realizados por Marques (2016) mostraram que a mistura de resíduos orgânicos domiciliares com resíduos de poda propiciaram melhorias na qualidade do composto final, quando avaliados os parâmetros de relação C/N e pH, sendo importante para o bom andamento do processo de compostagem.



FIGURA 12 – Tipos de Resíduos diversificados gerados pelas famílias.
 FONTE: O Autor (2019).

6.2 Monitoramento das Composteiras

6.2.1 Temperatura

Os resultados das máximas e mínimas temperaturas atingidas pelo composto estão descritas na tabela abaixo.

TABELA 1 - Variação de temperatura das composteiras no período de 95 dias

Parâmetro	F1	F2	F3	F4	F5
Temperatura Máxima (°C)	43	45	41	43	41
Temperatura Mínima (°C)	30	29	30	30	30
Duração do Monitoramento (Dias)	32	32	32	32	32
Duração do processo de compostagem (dias)	95	95	95	95	95

FONTE: O Autor (2020).

O processo de compostagem dos resíduos domésticos passaram por fases de aquecimento natural do composto (Figura 13). De acordo com Inácio e Miller (2009), a fase mesofílica pode atingir até 43°C, já a fase termofílica é caracterizada por possuir temperaturas acima de 40°C. As temperaturas mínimas e máximas do composto sofreram pouca variação entre os compostos de cada família, as temperaturas mínimas apresentadas na Tabela 1 se assemelham a temperatura ambiente no início e no final da compostagem.

Cabe ressaltar que temperaturas acima de 70°C na compostagem estão associadas a grandes montantes de resíduos orgânicos, nesta pesquisa a compostagem dos resíduos orgânicos de cada família foi realizada separadamente em composteiras domésticas com capacidade para 16 kg e nem todas as famílias chegaram a preencher as composteiras dentro do tempo estipulado, houve deposição e revolvimento do material a cada dois dias de coleta, mesmo assim os resíduos cedidos pelas famílias atingiram as temperaturas esperadas. A deposição de mais resíduos pode ter colaborado para um “resfriamento” da temperatura dos compostos juntamente com a dissipação de calor através da aeração do composto, porém a deposição de mais material favoreceu um reaquecimento do composto. O monitoramento da temperatura encerrou quando não se constatou mais variação, atingindo a temperatura ambiente de 29°C.



FIGURA 13 – Monitoramento da temperatura realizada com termômetro.

FONTE: O Autor (2019).

6.2.2 Aeração, presença de odores e animais indesejáveis

Durante os revolvimentos dos compostos (Figura 14) não foram notados presença de odores agressivos, devido à combinação correta entre materiais secos (folhas), úmidos (resíduo orgânico) e aeração. A macrofauna foi representada pela presença de alguns insetos como formigas e larvas. As formigas (Figura 15) provavelmente surgiram porque as composteiras estavam localizadas em jardim aberto dentro do campus São Luís – Monte Castelo, e as larvas de *Hermetia illucens* (L., 1758) (Diptera: Stratiomyidae) popularmente conhecida como mosca de soldado negro (Figura 16), podem ter advindas dos resíduos de frutas ou do próprio ambiente. Em estudo realizado por Poli (2018) sobre degradação da matéria orgânica, essa espécie de mosca pode ser utilizada na degradação dos resíduos orgânicos sólidos, além de servirem como fonte proteína na nutrição de animais.

Após a fase termofílica é comum o aparecimento de organismos maiores, tendo em vista o abaixamento da temperatura, sendo os fungos (Figura 17) os últimos organismos a aparecerem no processo, pois de acordo com o relatado por Inácio e Miller (2009), a maioria dos fungos crescem em temperaturas abaixo de 50°C. Não foram encontrados indícios e nem presença de baratas, ratos ou

qualquer outro animal indesejável. O composto F1 foi o único a não apresentar qualquer tipo de odor, além de não haver presença de larvas, este fato está em conjunto com os tipos de resíduos orgânicos coletados e depositados na composteira, pois na triagem dos resíduos não foram encontrados alimentos cozidos.



FIGURA 14 – Processo de aeração.

FONTE: O Autor (2019).



FIGURA 15 – Presença de formigas.

FONTE: O Autor (2019).



FIGURA 16 – Presença de Larvas.

FONTE: O Autor (2019).



FIGURA 17 – presença de cogumelos (fungos).

FONTE: O Autor (2019).

6.2.3 Quantificação do composto

Em F3 obteve-se o maior valor em peso entre as famílias, tal fato se explica tendo em vista que F3 também obteve o maior valor em peso de resíduos coletados. Em F1, F2 e F5 obtiveram valores finais acima de 3 kg, as três famílias em questão não preencheram a capacidade total dentro do tempo hábil em relação a F3 e F4. A tabela 2 mostra os valores comparativos de cada família antes e após o período de compostagem.

TABELA 2. Comparativo dos resíduos antes e após a compostagem.

Parâmetro	F1	F2	F3	F4	F5
Pesagem dos resíduos no início da compostagem (Kg)	11,84	8,83	12,8	9,72	10,31
Pesagem dos resíduos após a compostagem (Kg)	3,31	3,26	5,4	4,3	3,80
Perda de massa (%)	72	63	69	55	63

FONTE: O Autor (2020).

O percentual de perda de massa foi notório entre todos os resíduos das composteiras, após o período de cura, onde F1 obteve a maior perda. Essa perda de massa ocorre naturalmente pela degradação metabólica dos resíduos orgânicos compostados que se mineralizaram (PIMENTA et al., 2016). O tipo de material utilizado para compostar também favoreceu nesta perda/transformação de materiais tendo em vista que F1 teve maior presença de resíduos de

hortaliças em relação a F2, F3, F4 e F5. As hortaliças possuem em sua composição elevados teores de água que, aliados a temperatura, favoreceu a maior perda de massa. Esses dados são importantes pois servirão como planejamento para trabalhos futuros, com possibilidades de aproveitamento de espaços com maiores áreas para deposição de mais volumes de resíduos sólidos orgânicos.



FIGURA 18 – Resíduo coletado (A), Resíduo depositado na composteira (B)
Resíduo Curado (C), Resíduo curado pesado (D).

FONTE: O Autor (2019).

6.2.4 Análises Microbiológicas

As amostras coletadas separadamente de cada composteira tiveram resultados satisfatórios quanto a ausência de *Salmonella* ssp. em todas as amostras analisadas e coliformes termotolerantes com respostas < 3 NMP/g em

todas as amostras. Ferreira (2016) em pesquisa com análise de *Salmonella* ssp. e coliformes termotolerantes em composto verificou ausência em suas amostras na qual utilizou esterco bovino, restos de alimentos e resíduos de podas de árvores, deixando claro a eficiência do processo de compostagem. Já Silva et al. (2018) não detectaram a presença de *Salmonella* ssp, porém foram encontrados presença de *E. coli* em compostagem de resíduos de pescados com maravalha de pinus e cascas de arroz.

Não foram realizadas análises de ovos viáveis de helminto conforme estabelecido pela Instrução Normativa 27/06 de 2009 devido ao fato de que houve coleta seletiva diretamente na fonte geradora de resíduos, não havendo qualquer tipo de presença de fezes, fato este que também contribuiu para os bons resultados para coliformes termotolerantes (cuja a bactéria *E. coli* é a principal representante sendo sua presença ligada diretamente a contaminação de origem fecal) e *Salmonella* ssp que também possui ligação direta com fezes de animais, incluindo os animais domésticos de sangue quente. Para Silva et al. (2019), deve-se tomar um cuidado maior ao utilizar alimentos de origem animal que contenham materiais gastrointestinal na compostagem devido ao fato de serem mais facilmente encontrados microrganismos como *Salmonella* ssp. e *Escherichia coli*.

Os resultados mostram que todos os compostos produzidos com os resíduos de cada família são seguros quanto aos padrões microbiológicos estabelecidos quanto ao seu uso em hortas e jardins, além de demonstrar que todo o processo da técnica de compostagem e coleta seletiva de resíduos adotadas neste trabalho foi segura, pois segundo Silva et al. (2019), o uso do composto oriundo da compostagem poderá acarretar graves infortúnios de saúde a consumidores, caso não haja um bom desenvolvimento do processo.

6.2.5 Entrega de composto tratado as famílias

Ao final das análises, os compostos orgânicos foram peneirados a fim de obter uma homogeneização maior no tamanho das partículas dos compostos, Uma parte do composto foi devolvido as famílias participantes do projeto (Figura 19) e outra parte foi destinada a outro projeto de horta escolar situada em um bairro adjacente a unidade de compostagem, acompanhadas pelas instruções de como usar o composto na nutrição de plantas, houve entrega também do biofertilizante líquido, borrifadores, mudas de alface (*Lactuca sativa*), babosa (*Aloe vera*), quiabo (*Abelmoschus esculentus*), sementes de hortaliças e ornamentais e lembrancinhas confeccionadas pelo Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA).



FIGURA 19 – Entrega dos resíduos tratados as famílias participantes do projeto.
FONTE: O Autor (2019).

7 CONCLUSÃO

A técnica de compostagem doméstica apresentada se mostrou eficaz para a diminuição da quantidade de resíduos sólidos orgânicos que possivelmente seriam destinadas a um lixão ou aterro sanitário.

O tempo de compostagem observado também foi adequado para controle de microrganismo patogênicos característicos, tendo em vista que nas análises microbiológicas não foram detectados a presença de *Salmonella* ssp e <3 NMP/g de *E. coli*.

Houve qualidade da coleta seletiva realizada pelas famílias, haja vista que não foram encontrados resíduos de materiais como pilhas, baterias, dentre outros produtos contendo metais pesados e nem resíduos contendo fezes de animais. A compostagem mostrou-se como uma técnica que poderá ser replicada em ambiente doméstico, pois há eficiência de seu produto final seguramente pronto para uso.

REFERÊNCIAS

AGROANALYSIS. **Diário de bordo Frutas para o mundo**. São Paulo: FGV, jan. 2015. Mensal. Escrito Por Roberto Rodrigues. Disponível em: <http://www.agroanalysis.com.br/storage/2015/1/index.html#page=2>. Acesso em: 01 jan. 2020.

AQUINO, Adriana Maria de; OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; LOUREIRO, Diego Canpana. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. Seropédica: Embrapa, 2005. 4 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NRB 13591/1996. **Compostagem - Terminologia**. Março, 1996, 4p. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13.591-Compostagem.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2019.

AMARAL, Gisele et al. **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no brasil e no mundo e o apoio do bndes**. Estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. 43. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2016. 40 p. (Departamento de Agroindústria da Área Agropecuária e de Inclusão Social do BNDES). BNDES Setorial.

AWASTHI, Mukesh Kumar et al. Mitigation of Global Warming Potential for Cleaner Composting: subtítulo do artigo. **Biosynthetic Technology And Environmental Challenges**. [s.l.], p. 271-305, dez. de 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321439707_Mitigation_of_Global_Warming_Potential_for_Cleaner_Composting. Acesso em: 16 mar. 2020

BARRENA, Raquel et al. Home composting versus industrial composting: Influence of composting system on compost quality with focus on compost stability: subtítulo do artigo. **Waste Management**: subtítulo da revista, [s.l.], v. 34, n. 7, p. 1109-1116, jul./2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14000609?via%3Dihub>. Acesso em: 3 mar. 2020.

BARREIRA, Luciana Pranzetti. **Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção**. 2005. 204 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

BORGES, Lorena Soares Monteiro. **Análise Gravimétrica dos Resíduos Domiciliares de Unidades Habitacionais de Pequeno Porte na Cidade De Natal - RN**. 2019. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **População no último censo**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>>. Acesso em: 01 fev. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos** – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019.

BRASIL. Bruno Milanez. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea (org.). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa**. Brasília: Ipea, 2012. 82 p. Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

BRASIL. **Plano Estadual de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos do Maranhão** – PEGRS/MA. Versão preliminar para consulta pública. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais do Maranhão – SEMA. Maranhão, março de 2012.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305 - **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da União], 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, 23 de julho de 2009**. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 27, de 05 de junho de 2006**. Diário Oficial da União. Brasília, 09 de junho de 2006.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (Comp.). **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

CASAGRANDE, Andreia Moura *et al.* DESTINO DO RESÍDUO ORGÂNICO DO LAR ESCOLA SANTA VERÔNICA: como tornar restos alimentares em adubo orgânico através da técnica de compostagem. **Ciências Humanas - Educação e Desenvolvimento Humano - UNITAU**, Taubaté, ano 2017, v. 10, n. 20, p. 33-46, dez. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331718805_DESTINO_DO_RESIDUO_ORGANICO_DO_LAR_ESCOLA_SANTA_VERONICA_como_tornar_restos_alimentares_em_adubo_organico_atraves_da_tecnica_de_compostagem. Acesso em: 22 maio 2020.

CASSINI, Sérgio Túlio. **Digestão de Resíduos Sólidos Orgânicos e Aproveitamento do Biogás**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa. 2003.

CERDA, Alejandra et al. Composting of food wastes: : Status and challenges. **Bioresource Technology**: subtítulo da revista, [s.l.], v. 248,

Número, p. 57-67, jan./2018. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852417310374?via%3Dihub>. Acesso em: 30 mar. 2020.

CERRI, Carlos Eduardo P. et al. **Compostagem**: Matéria Orgânica do Solo. 2008. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. Disponível em:
<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf>. Acesso em: 27 dez. 2019.

DIAS, Genebaldo Freire. **Atividades interdisciplinares de educação ambiental**. São Paulo: Global Editora e Distribuidora Ltda, 2015. 224 p.

EPSTEIN, Eliot; **The Science of Composting**. Boca Raton: Crc Press, 2017. 504p.

ERMOLAEV, Evgheni et al. Greenhouse gas emissions from home composting in practice: subtítulo do artigo. **Bioresource Technology**: subtítulo da revista, [s.l.], v. 151, Número, p. 174-182, jan./2014. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852413016295?via%3Dihub>. Acesso em: 10 mar. 2020.

ESTRELA, Carolina Moraes Moreira de Souza; OLIVEIRA, Jeaniny Maria Fonseca Ferreira de; OLIVEIRA, Mônica Kassiane de Almada. A PROFISSIONALIZAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM SÃO LUÍS - MA. In: 2º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 2019, Foz do Iguaçu. **Anais do 2º ConReSol**. [s.l.]: Ibeas - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2019. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/VIII-029.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2020.

FERREIRA, Anabela Dias. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (Lactuca sativa L.)**. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar, Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2011.

FERREIRA, Daianni Ariane da Costa. **Compostagem de resíduos biodegradáveis e seus efeitos na produção de alface**. 2016. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Manejo de Solo e Água, Programa de Pós-graduação em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2016. Disponível em:
<https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/539>. Acesso em: 01 jun. 2020.

FRANCO, Gustavo Gonçalves et al. Produção Agroecológica de Compostagem de Folhas, Frutos e Madeira Triturada. **Cadernos de Agroecologia**, Mato Grosso do Sul, v. 13, n. 2, dez. 2018.

GUIDONI, L. L. C. Home composting using different ratios of bulking agent to food waste: subtítulo do artigo. **Journal Of Environmental Management**:

subtítulo da revista, [s.l.], v. 207, Número, p. 141-150, fev./2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.031>. Acesso em: 14 abr. 2020.

IGUCHI, Carolina Yuri. **Considerações gerais sobre a aplicação de esterco no processo de compostagem dos resíduos de poda e capina**. 2008. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Unesp, Rio Claro, 2008.

INACIO, C. de T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: Ciência e Prática Para a Gestão de Resíduos Orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2009. 156 p.

LEITE, Nayara Santos; VASCONCELOS, Osmar Luís Silva; LEITE, Mayara Santos. **Resíduos da agroindústria como corretivo de pH do solo em alternativa ao calcário e gesso na calagem**. 4. ed. São Luis: Anais, 2014. IV Semana Acadêmica das Ciências Agrárias. Disponível em: <http://www.cca.uema.br/wp-content/uploads/2012/01/RES%C3%84DUOS-DA-AGROIND%C3%9ASTRIA-COMO-CORRETIVO-DE-pH-DO-SOLO-EM.pdf>. Acesso em: 22 jan. 02.

MANNARINO, Camille Ferreira; FERREIRA, João Alberto; GANDOLLA, Mauro. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia: subtítulo do artigo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**: subtítulo da revista, Local, v. 21, n. 2, p. 379-385, jun./2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522016146475>. Acesso em: 11 mar. 2020.

MARQUES, Vitor da Costa. **COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMICILIARES E PODA DE ÁRVORES: parâmetros físico-químicos**. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS. 24. ed. Brasília: Xiv Eneeamb,, 2016. (XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste). Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/eneeamb2016/rs-005-5011.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

PAIXÃO, Rebecca Manesco; SILVA, Luiz Henrique Biscaia Ribeiro da; TEIXEIRA, Thaise Moser. ANÁLISE DA VIABILIDADE DA COMPOSTAGEM DE PODA DE ÁRVORE NO CAMPUS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ – CESUMAR. In: MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2012, Maringá. **Anais Eletrônico**. Maringá: Vi Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 2012. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/rebecca_manesco_paixao_1.pdf. Acesso em: 24 fev. 2020.

PIMENTA, Andressa Ferreira; MARQUES, Vitor da Costa; TAIATELE JUNIOR, Ivan; BOSCO, Tatiane Cristina dal; BERTOZZI, Janksyn; MICICHELS, Roger Nabeyama. TEMPERATURA E REDUÇÃO DE MASSA E VOLUME EM PROCESSO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DOMICILIARES E PODA DE ÁRVORES. **Anais do Xiv Encontro Nacional de**

Estudantes de Engenharia Ambiental, [s.l.], p.1-6, out. 2016. Editora Edgard Blücher. <http://dx.doi.org/10.5151/engpro-eneeamb2016-rs-020-4980>.

PINTO, M.T. **Higienização de lodos**. In: ANDREOLI et al. (eds). Lodo de esgotos: tratamento e disposição final. Belo Horizonte: DESAUFMG/SANEPAR. p. 261-317. 2001.

POLI, Nelson Teixeira. **Devoradores de Lixo**: aspectos biológicos, produtivos e nutricionais da mosca soldado negra *Hermetia illucens* (L., 1758) (diptera; stratiomyidae) em resíduos orgânicos em manaus, am.. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Sustentabilidade na Amazônia – Ppgcasa, Universidade Federal do Amazonas - Ufam, Manaus, 2018. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6377>. Acesso em: 01 abr. 2020.

POLZER, Verônica Rosária. Compostagem: uma necessidade dos centros urbanos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (online)**, [s.l.], n. 40, p. 124-136, jun./2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5327/z2176-947820164014>. Acesso em: 17 mar. 2020.

RIBEIRO, B. M. G; MENDES, C. A. B. Avaliação de parâmetros na estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos: subtítulo do artigo. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**: subtítulo da revista, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 422-443, ago./2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/rbpd.v7n3.8652>. Acesso em: 26 mar. 2020.

RODRIGUES, Edilson Braga; STUCH, Julia. **Como montar uma composteira caseira**. Macapá: Embrapa Amapá, 2014. 2p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1033373/como-montar-uma-composteira-caseira>>. Acesso em: 02 jun. 2019.

SANTOS, Walquiria Lene dos; ANDRADE, Erci Gaspar da Silva; NORONHA, Thiago Henrique; VIEIRA, Denniz Garcia. INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO FECAL ALIMENTAR E PREVENÇÃO DE DOENÇAS. **Revista Jrg de Estudos Acadêmicos**, [s. l.], v. 2, n. 4, p.150-157, 10 jun. 2019. Semestral. ISSN: 2595-1661 on-line. Disponível em: <http://revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/58>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SÁNCHEZ, Antoni. Greenhouse Gas from Organic Waste Composting: Emissions and Measurement: subtítulo do artigo. **Environmental Chemistry For A Sustainable World**. Suíça: Springer International Publishing p. 33-70, 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-11906-9_2. Acesso em: 26 mar. 2020.

SESC. **Banco de Alimentos e Colheita Urbana: aproveitamento integral dos alimentos**. Aproveitamento Integral dos Alimentos. Rio de Janeiro: Sesc/dn, 2003. 45 p. Mesa Brasil SESC Segurança Alimentar e Nutricional. Programa Alimentos Seguros. Convênio CNC/CNI/SEBRAE/ANVISA.

SIQUEIRA, Thais Menina Oliveira de; ASSAD, Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Estado de São

Paulo. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18, n. 4, p.243-264, dez. 2015. Trimestral.

SILVA, Flávia Xavier da; LIMA, Leandro Kanamaru Franco de; BESSA, Marconis de Lima; SENA, André Luis Gonçalves; SAKAMOTO, Silmara Sanae. COMPOSTAGEM SEGURA NA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE PESCADO COM MARAVALHA DE PINUS E CASCA DE ARROZ. **Revista Agri-environmental Sciences**, Palmas-TO, v. 4, n. 2, p.24-33, 19 mar. 2019. Contínua. ISSN 2525-4804.

SILVA, Antônia Jhanyelle Hilario da; ANJOS, Cleziane Paiva dos; NOGUEIRA, Lara da Silva; RIBEIRO, Anni Catarina Rodrigues; FRAGA, Edmir Geraldo Siqueira. **Salmonella ssp. um agente patogênico veiculado em alimentos**. [s. l.]: Faculdade Católica Rainha do Sertão, 2018. Encontro de Extensão, Docência e Iniciação Científica (EEDIC). Disponível em: <http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/eedic/index>. Acesso em: 03 fev. 2020.

SILVA, Neusely da et al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2017. 560 p.

SOUSA, Alessandra Gaspar. **Consumo usual de café no Brasil**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Nutrição Humana, Departamento de Nutrição, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

TRIVELLA, Renato Barretto Barbosa et al. A Compostagem Termofílica como metodologia para restauração de áreas degradadas dentro de uma Unidade de Conservação, Florianópolis (SC). **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 10, n. 3, may 2016. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/19456>>. Acesso em: 10 jun 2020.

VÁZQUEZ, M.a.; SOTO, M.. The efficiency of home composting programmes and compost quality. **Waste Management**, [s.l.], v. 64, p.39-50, jun. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.03.022>. Acesso em: 26 mar. 2020.

VICH, Daniele Vital et al. Household food-waste composting using a small-scale composter. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 12, n. 5, p.718, 23 ago. 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrográficas (IPABHi). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1908>. Acesso em: 26 mar. 2020.

VIEIRA, Priscila Lemos; BELTRAME, Leocadia Cordeiro. Educação Ambiental: A Resposta Para o Problema de Resíduos Sólidos Urbanos. In: FORUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2017, Curitiba. **Anais do 8º Forum Internacional de Resíduos Sólidos**. Curitiba: Sbed, 2017. v. 8.